

明細書

撮像装置及び微小レンズアレイの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は撮像装置に関する。特に、多数の画素を有する撮像素子の被写体側に、複数の微小レンズを配列した微小レンズアレイを配置した撮像装置に関する。更に、本発明はこの微小レンズアレイの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年市場規模が大きくなりつつあるデジタルスチルカメラの市場においては、より携帯性に優れた小型・薄型のカメラに対するニーズが高まっている。信号処理を担うLSI等の回路部品は、配線パターンの微細化などにより高機能で小型化が進んでいる。また、記録メディアも小型・大容量のものが廉価にて入手できるようになってきている。しかしながら、レンズとCCDやCMOSなどの固体撮像素子とで構成される撮像系の小型化は未だ十分とは言えず、より携帯性に優れたカメラを実現するためにも小型の撮像系の開発が要望されている。

[0003] 撮像系の小型化を実現するための構成として、平面上に複数の微小レンズを配列したレンズアレイ光学系を用いたものが知られている。レンズアレイ光学系を用いることにより撮像系を光軸方向に薄くでき、かつ個々の微小レンズ径が小さいため収差を比較的小さく抑えることが可能である。

[0004] このようなレンズアレイを用いた撮像系が特公昭59-50042号公報に開示されている。この撮像系は、被写体側から順に、複数の微小レンズが平面内に配列された微小レンズアレイと、微小レンズと一対一に対応する複数のピンホールが平面内に形成されたピンホールマスクと、各ピンホールを通過した光が結像する像平面とを備える。各微小レンズはピンホールマスク上にそれぞれ被写体の縮小像を形成し、各ピンホールはこの縮小像の互いに異なる部分の光を通過(サンプリング)させる。その結果、像平面上に被写体像が形成される。

[0005] しかしながら、上記特公昭59-50042号公報の撮像系では、像平面上に形成される被写体像の解像度は微小レンズ(即ちピンホール)の個数および密度によって

決まるため、高画質化は困難であった。つまり、対をなす微小レンズとピンホールとかなる構成単位の配置が、得られる画像のサンプリング点の配置を決定するので、高画質化のためには、上記構成単位の個数を多くしてサンプリング点数を増やすとともに、個々の微小レンズを小型化して上記構成単位の配列ピッチを小さくする必要がある。ところが、微小レンズの小型化には限界があるため、高解像度化は困難であった。また、ピンホールによって像平面に達する光束を制限しているため、光量ロスも大きく感度の面でも課題があった。

[0006] 上記の課題を解決する別のレンズアレイを用いた撮像系が特開2001-61109号公報に開示されている。この撮像装置は、図12に示すように、被写体側から順に、複数の微小レンズ111aが同一平面内に配列された微小レンズアレイ111と、各微小レンズ111aからの光信号が互いに混信しないように分離するための格子状の隔壁112aからなる隔壁層112と、多数の光電変換素子113aが同一平面内に配置された受光素子アレイ113とを備える。1つの微小レンズ111aと、これに対応する、隔壁112aによって分離された1つの空間と、複数の光電変換素子113aとが、1つの結像ユニット115を構成する。個々の結像ユニット115において、微小レンズ111aが、対応する複数の光電変換素子113a上に被写体像を結像する。これにより、結像ユニット115ごとに撮影画像が得られる。この撮影画像の解像度は1つの結像ユニット115を構成する光電変換素子113aの数(画素数)に依存する。被写体に対する個々の微小レンズ111aの相対的位置が異なることにより、複数の光電変換素子113a上に形成される被写体像の結像位置が結像ユニット115ごとに異なる。その結果、得られる撮影画像は結像ユニット115ごとに異なる。この互いに異なる複数の撮影画像を信号処理することにより、一つ画像を得ることができる。

[0007] この撮像装置では、個々の結像ユニット115を構成する画素数は少ないため、個々の結像ユニット115から得られる撮影画像の画質は低いが、複数の結像ユニット115においてそれぞれ得られる、互いに少しずつずれた撮影画像を用いて信号処理して画像を再構築することにより、多数の光電変換素子で撮影した場合と同様の画質の映像を得ることができる。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] 図12に示した撮像装置では、微小レンズ111aからの光がこの微小レンズ111aと対応しない隣の結像ユニット115の光電変換素子113aに入射する(この現象を「クロストーク」と呼ぶ)と、迷光が発生して高画質の画像を再構築できなかつたり、光損失を生じたりする。隔壁層112はこのクロストークを防止するために設けられている。
- [0009] ところが、隔壁112aの厚み(光電変換素子113aが配列された面と平行な方向における厚み)が厚いと1つの結像ユニット115に含まれる光電変換素子113aの数が減り画質が低減する。従って、隔壁112aの厚みは薄いことが好ましい。
- [0010] しかしながら、隔壁112aの厚み薄くすると隔壁層112の製造や撮像装置の組立が困難となる。
- [0011] 本発明は、上記の従来の問題を解決し、製造が容易な撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明の撮像装置は、光電変換機能を有する複数の画素を備える撮像素子と、前記撮像素子の複数の画素に被写体像を結像させる複数の微小レンズが縦横方向に配列された微小レンズアレイとを有する。そして、前記微小レンズアレイは隣り合う前記微小レンズ間に格子状の溝を備え、前記溝の深さは前記微小レンズアレイの厚みの半分よりも深いことを特徴とする。
- [0013] 本発明の撮像装置の第1の製造方法は、一方の面に球面又は非球面を有する複数の微小レンズを備え、他方の面が平面である微小レンズアレイを樹脂成形により得る工程と、前記微小レンズアレイの前記他方の面から光を照射して前記他方の面に格子状に溝を形成する工程とを備えることを特徴とする。
- [0014] 本発明の撮像装置の第2の製造方法は、一方の面に球面又は非球面を有する複数の微小レンズを備え、他方の面上に格子状の溝を備え、前記他方の面が前記溝を除いて平面である微小レンズアレイを得る工程と、黒色塗料を溶媒に溶かした溶液を前記溝に注入して前記溝の側面に黒色加工を施す工程とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、従来の隔壁と同様の作用を有する部分を微小レンズアレイ内に備えるため、製造が容易で、装置構成が簡素化され、迷光の影響やクロストークが十分に低減された、鮮明な画像撮影が可能な撮像装置を実現できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置の一部切欠斜視図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置に使用される微小レンズアレイを固体像素子側の面から見た斜視図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態1において、図2のIII—III線に沿った微小レンズアレイの矢視断面図である。

[図4]図4は、微小レンズアレイの溝の深さが微小レンズアレイの厚みの半分である場合において、迷光が発生する様子を示した断面図である。

[図5]図5は、微小レンズアレイの溝の深さが微小レンズアレイの厚みの70%である場合において、迷光が抑制される様子を示した断面図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置に使用される別の微小レンズアレイの断面図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態2に係る撮像装置に使用される微小レンズアレイの断面図である。

[図8]図8は、本発明の実施の形態2に係る撮像装置に使用される別の微小レンズアレイの断面図である。

[図9]図9は、本発明の実施の形態3に係る撮像装置の一部切欠斜視図である。

[図10]図10は、本発明の実施の形態3に係る撮像装置に使用される微小レンズアレイの断面図である。

[図11A]図11Aは、本発明の微小レンズアレイの製造方法の一例の一工程を示した断面図である。

[図11B]図11Bは、本発明の微小レンズアレイの製造方法の一例の一工程を示した断面図である。

[図11C]図11Cは、本発明の微小レンズアレイの製造方法の一例の一工程を示した断面図である。

[図11D]図11Dは、本発明の微小レンズアレイの製造方法の一例の一工程を示した断面図である。

[図12]図12は、従来の撮像装置の概略構成を示した分解斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0017] 上記の本発明の撮像装置において、前記微小レンズアレイの材料が光透過性の樹脂からなることが好ましい。これにより、光損失が少なく、鮮明な画像の撮影が可能である。また、樹脂材料を用いることにより、製造が容易である。
- [0018] また、上記の本発明の撮像装置において、前記微小レンズアレイは一方の面上に前記微小レンズが形成された平凸のレンズアレイであって、前記溝は他方の面上に形成され、前記他方の面が前記撮像素子に対向していることが好ましい。これにより、制限された厚みの範囲内で迷光の影響やクロストークを十分に低減することができる。
- [0019] また、上記の本発明の撮像装置において、前記溝の側面には吸光性材料が付与されていることが好ましい。これにより、迷光及びクロストークを一層低減できる。
- [0020] この場合において、前記吸光性材料は黒色であることが好ましい。これにより、迷光及びクロストークを一層低減できる。
- [0021] また、上記の本発明の撮像装置において、前記溝の幅は前記撮像素子に近づくにしたがって大きくなっていることが好ましい。これにより、微小レンズアレイを金型で成形した場合に、金型抜けが良好となり、生産性が向上する。
- [0022] また、上記の本発明の撮像装置において、前記微小レンズアレイを構成する第1材料より小さな光の透過率を有する第2材料が前記溝に充填されていることが好ましい。これにより、迷光及びクロストークを一層低減できる。また、溝に第2材料が充填されていることにより、微小レンズアレイの強度が向上する。
- [0023] この場合において、前記第2材料が吸光作用を有する材料を含むことが好ましい。これにより、第2材料に入射した光がこれから出射するのを防止できるので、迷光及びクロストークを一層低減できる。
- [0024] また、前記第2材料は前記第1材料よりも大きな屈折率を有することが好ましい。これにより、第1材料と第2材料との界面で全反射が起こりにくくなり、第1材料からこの界面に入射した光は第2材料に入射しやすくなる。その結果、光が界面で反射するこ

とにより発生する迷光を防止できる。

[0025] また、上記の本発明の撮像装置において、前記微小レンズアレイが樹脂成形により製造されていることが好ましい。これにより、微小レンズアレイの製造を効率良く行うことができる。

[0026] また、上記の本発明の撮像装置の第1の製造方法において、更に、黒色塗料を溶媒に溶かした溶液を前記溝に注入して前記溝の側面に黒色加工を施す工程を備えることが好ましい。これにより、溝の側面への黒色塗装を簡単且つ効率よく行うことができる。

[0027] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0028] (実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の一部切欠斜視図である。1は球面又は非球面を有する複数の微小レンズ1aが同一平面内に縦横方向に配列された微小レンズアレイ、3は光電変換機能を有する多数の画素3aが同一平面内に縦横方向に配列された固体撮像素子(例えばCCD)である。1つの微小レンズ1aに複数の画素3aが対応し、これらが1つの結像ユニット5を構成する。個々の結像ユニット5において、微小レンズ1aが、対応する複数の画素3a上に被写体像を結像する。微小レンズ1aは微小レンズアレイ1の固体撮像素子3とは反対側(被写体側)の面に形成されている。

[0029] 図2は、微小レンズアレイ1を固体撮像素子側の面から見た斜視図である。図3は、図2のIII-III線に沿った微小レンズアレイ1の矢視断面図である。微小レンズアレイ1は、光透過性の樹脂からなり、一方の面(被写体側の面)には複数の微小レンズ1aが形成され、他方の面(固体撮像素子3側の面)はほぼ平面である平凸のレンズアレイである。この他方の面には、隣り合う結像ユニット5の境界に沿って格子状にスリット溝20が形成されている。格子状の溝20によって柱部22が形成されている。微小レンズ1aと柱部22とは一対一に対応する。被写体からの光は、微小レンズ1aによって集光され、柱部22の内部を伝達し、微小レンズ1aと対向する射出部23から射出され、射出部23に対向する固体撮像素子3に入射する。

[0030] 柱部22の側面(即ち、溝20の側面。これは微小レンズアレイ1の上記他方の面に

垂直である)には吸光性を有する黒色塗装25が施されている。この側面に入射した迷光は黒色塗装25に吸収されるので、通過して隣の柱部22に入射することはない。

- [0031] 溝20の深さ(柱部22の高さ)は微小レンズアレイ1の厚みの半分よりも深い。これにより、微小レンズ1aを通過した光が、この微小レンズ1aに対応しない柱部22の射出部23から出射する現象、即ちクロストークを防止することができる。
- [0032] 以下、これを詳説する。
- [0033] 図4は微小レンズアレイ1の溝20の深さDが微小レンズアレイ1の厚みHの半分である場合において、迷光が発生する様子を示した断面図である。
- [0034] 図4において、微小レンズ1aに対して斜めに入射する光束L1は、溝20でほとんどけられることなく、入射した微小レンズ1aに対応しない柱部22の射出部23に達する。従って、光束L1の入射角方向に高輝度物体が存在する場合には、迷光の発生が問題となる可能性がある。
- [0035] 光束L1より入射角が小さな光束L2が微小レンズ1aに対して斜めに入射した場合、光束L2の一部が溝20でけられ、残りは入射した微小レンズ1aに対応しない柱部22の射出部23に達する。従って、この場合は、上記光束L1が入射した場合に比べて、光束が入射した微小レンズ1aに対応しない画素に入射する光の強度は弱い。よって、迷光の発生が低減される。
- [0036] 光束L1より入射角が大きな光束(図示せず)が微小レンズ1aに対して斜めに入射した場合、この光束は、その全てが溝20でけられるため、入射した微小レンズ1aに対応しない画素に直接入射することはない。よって、迷光の発生はほぼ抑えられる。
- [0037] 図5は微小レンズアレイ1の溝20の深さDが微小レンズアレイ1の厚みHの70%である場合において、迷光が抑制される様子を示した断面図である。
- [0038] 図5において、図4に示した光束L1と同じ入射角の光束L3が入射した場合、光束L3の約半分が溝20でけられる。従って、この場合は、図4において光束L1が入射した場合に比べて、光束が入射した微小レンズ1aに対応しない画素に入射する光の強度は弱い。よって、迷光の発生が低減される。
- [0039] 光束L3より入射角が小さな光束L4が微小レンズ1に対して斜めに入射した場合、光束L4のうち半分以上は溝20でけられ、残りのごく僅かが、入射した微小レンズ1a

に対応しない柱部22の射出部23に達する。従って、この場合は、光束が入射した微小レンズ1aに対応しない画素に入射する光の強度は大幅に弱められる。よって、迷光の発生がより低減される。

- [0040] 光束L3より入射角が大きな光束(図示せず)が微小レンズ1に対して斜めに入射した場合、この光束は、その全てが溝20でけられるため、入射した微小レンズ1aに対応しない画素に直接入射することはない。よって、迷光の発生はほぼ抑えられる。
- [0041] 図5において迷光の発生の可能性が最も大きいのは光束L3が入射した場合であるが、この場合に発生する迷光は、図4において光束L1が入射した場合に比べて、大幅に低減される。
- [0042] 以上のように、溝20の深さDを微小レンズアレイ1の厚みHの半分よりも深くする($D > 0.5 \times H$)ことにより、実質的に十分な遮光効果を得ることができる。なお、本発明において、微小レンズアレイ1の厚みHは、図4及び図5に示したように、微小レンズ1aの突出部分を除いた微小レンズアレイ1の厚みにより定義される。
- [0043] 本実施の形態の撮像装置では、溝20が、図12に示した従来の撮像装置の隔壁112aの機能を備えるので、従来の隔壁層112が不要である。したがって、製造が容易で、構成が簡素化できる。
- [0044] なお、本実施の形態では溝20の側面に黒色塗装25を施した例を説明したが、黒色塗装25に代えて、溝20の側面に吸光作用や光を減衰させる作用を有する加工を施しても良く、その場合も同様に十分な遮蔽効果を得ることができる。また、溝20の側面に上記のような特別な加工を施していくなくても、溝20の側面24が必要十分な粗面であれば図6のように単に溝20を設けただけでも迷光の影響を低減することが出来る。
- [0045] 結像ユニット5ごとに、微小レンズ1aは被写体像を固体撮像素子3上に形成する。固体撮像素子3の各画素3aは入射した光を光電変換する。結像ユニット5ごとに得られる画像は、被写体に対する微小レンズ1a及び画素3aの相対位置が結像ユニット5ごとに異なるために、わずかに異なっている。これらの結像ユニット5ごとに得た複数の画像を例えば上記特開2001-61109号公報に記載された方法により合成することにより、1つの結像ユニット5に含まれる画素3aの数をはるかに超えた高解像度の

画像を得ることができる。

[0046] (実施の形態2)

図7は、本実施の形態2に係る撮像装置に使用される微小レンズアレイ1の断面図である。実施の形態1と同一の構成要素には同一の符号を付してそれらについての説明を省略する。

[0047] 本実施の形態2は、微小レンズアレイ1に形成された格子状の溝20の幅(微小レンズ1aが配列された面と平行な方向における寸法)が、微小レンズ1a側から固体撮像素子3に対向する面側にいくに従って徐々に大きくなっている点で、溝20の幅がほぼ一定である実施の形態1と異なる。溝20の幅を本実施の形態のように変化させることにより、微小レンズアレイ1を樹脂成形で作成するときに金型から抜けやすくなり生産性が向上する。

[0048] 溝20の側面には吸光性の黒色塗装25が施されている点は図3の微小レンズアレイ1と同様である。

[0049] 溝20の幅を本実施の形態のように変化させた場合には、図8に示すように溝20の側面24の黒色塗装を省略することができる。柱部22から溝20内に出射した迷光が隣の柱部22の側面24に入射したとき、その入射角が大きくなるため、柱部22に入射せずに反射される可能性が高くなるので、迷光の影響を十分に低減できるからである。

[0050] (実施の形態3)

図9は本発明の実施の形態3に係る撮像装置の一部切欠斜視図である。図10は、本実施の形態3に係る撮像装置に使用される微小レンズアレイ1の断面図である。実施の形態1と同一の構成要素には同一の符号を付してそれらについての説明を省略する。

[0051] 本実施の形態3では、微小レンズアレイ1の固体撮像素子3側の面の、隣り合う結像ユニット5の境界に沿って格子状に形成されたスリット溝20内に黒色の樹脂30が充填されている。樹脂30は微小レンズ1aを含む微小レンズアレイ1の材料よりも小さな光の透過率を有する材料からなる。

[0052] 微小レンズ1aを通過した後、この溝20に入射した光は黒色樹脂30で吸収されるの

で、黒色樹脂30を通過して隣の柱部22に入射することはない。

[0053] また、溝20内に樹脂30を埋め込むことにより、微小レンズアレイ1の強度が増すため、装置組み立て時にも取り扱いがしやすくなる。

[0054] また、樹脂30の材料の屈折率が微小レンズアレイ1の材料の屈折率よりも大きい場合には、柱部22から柱部22と樹脂30との界面に入射した光はこの界面で全反射されにくくなり、迷光が樹脂30に吸収されやすくなるので、迷光の影響を一層低減できる。

[0055] なお、図10では溝20(又は黒色樹脂30)の幅が厚さ方向において均一である場合を説明したが、実施の形態2(図7、図8)と同様に、微小レンズ1a側から固体撮像素子3に対向する面側にいくに従って徐々に大きくなっていても良く、その場合には実施の形態2で説明したのと同様の効果を奏する。

[0056] 上記以外は実施の形態1と同様である。

[0057] (実施の形態4)

図11A～図11Dは本発明の微小レンズアレイ1の製造方法の一例を工程順に示した断面図である。これを用いて微小レンズアレイ1の製造方法を説明する。

[0058] まず、図11Aに示すように、一方の面に複数の微小レンズ1aを備え、他方の面が平面1bである平凸形状の微小レンズアレイ1を樹脂成形(例えば射出成形)により形成する。

[0059] 次いで、図11Bに示すように、平面1b側からレーザ加工により格子状に溝20を加工する。

[0060] 次いで、図11Cに示すように、溝20内に黒色塗料を溶媒に溶かした溶液27を流し込む。

[0061] 溶液27を乾燥させると、図11Dに示すように、溝20の側面に黒色塗装25が完成する。

[0062] 図11Cにおいて溶液27中の黒色塗料の含有量を多くすることにより、及び／又は図11C及び図11Dの工程を複数回繰り返すことにより、実施の形態3に示したように、溝20内が樹脂で充填された微小レンズアレイ1を得ることができる。

[0063] なお、溝20の加工は、レーザ加工ではなく、微小レンズ1aの成形と同時に樹脂成

形で行うこともできる。

[0064] 以上に説明した実施の形態は、いずれもあくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものであって、本発明はこのような具体例にのみ限定して解釈されるものではなく、その発明の精神と請求の範囲に記載する範囲内でいろいろと変更して実施することができ、本発明を広義に解釈すべきである。

産業上の利用可能性

[0065] 本発明の利用分野は特に制限はないが、カード状のカメラ装置など薄型の撮像装置に好ましく用いることが出来る。

請求の範囲

- [1] 光電変換機能を有する複数の画素を備える撮像素子と、前記撮像素子の複数の画素に被写体像を結像させる複数の微小レンズが縦横方向に配列された微小レンズアレイとを有する撮像装置であって、
前記微小レンズアレイは隣り合う前記微小レンズ間に格子状の溝を備え、前記溝の深さは前記微小レンズアレイの厚みの半分よりも深いことを特徴とする撮像装置。
- [2] 前記微小レンズアレイの材料が光透過性の樹脂からなる請求項1に記載の撮像装置。
- [3] 前記微小レンズアレイは一方の面に前記微小レンズが形成された平凸のレンズアレイであって、前記溝は他方の面に形成され、前記他方の面が前記撮像素子に向している請求項1に記載の撮像装置。
- [4] 前記溝の側面には吸光性材料が付与されている請求項1に記載の撮像装置。
- [5] 前記吸光性材料は黒色である請求項4に記載の撮像装置。
- [6] 前記溝の幅は前記撮像素子に近づくにしたがって大きくなっている請求項1に記載の撮像装置。
- [7] 前記微小レンズアレイを構成する第1材料より小さな光の透過率を有する第2材料が前記溝に充填されている請求項1に記載の撮像装置。
- [8] 前記第2材料が吸光作用を有する材料を含む請求項7に記載の撮像装置。
- [9] 前記第2材料は前記第1材料よりも大きな屈折率を有する請求項7に記載の撮像装置。
- [10] 前記微小レンズアレイが樹脂成形により製造されている請求項1に記載の撮像装置。
- [11] 一方の面に球面又は非球面を有する複数の微小レンズを備え、他方の面が平面である微小レンズアレイを樹脂成形により得る工程と、
前記微小レンズアレイの前記他方の面から光を照射して前記他方の面に格子状に溝を形成する工程と
を備えることを特徴とする微小レンズアレイの製造方法。
- [12] 更に、黒色塗料を溶媒に溶かした溶液を前記溝に注入して前記溝の側面に黒色

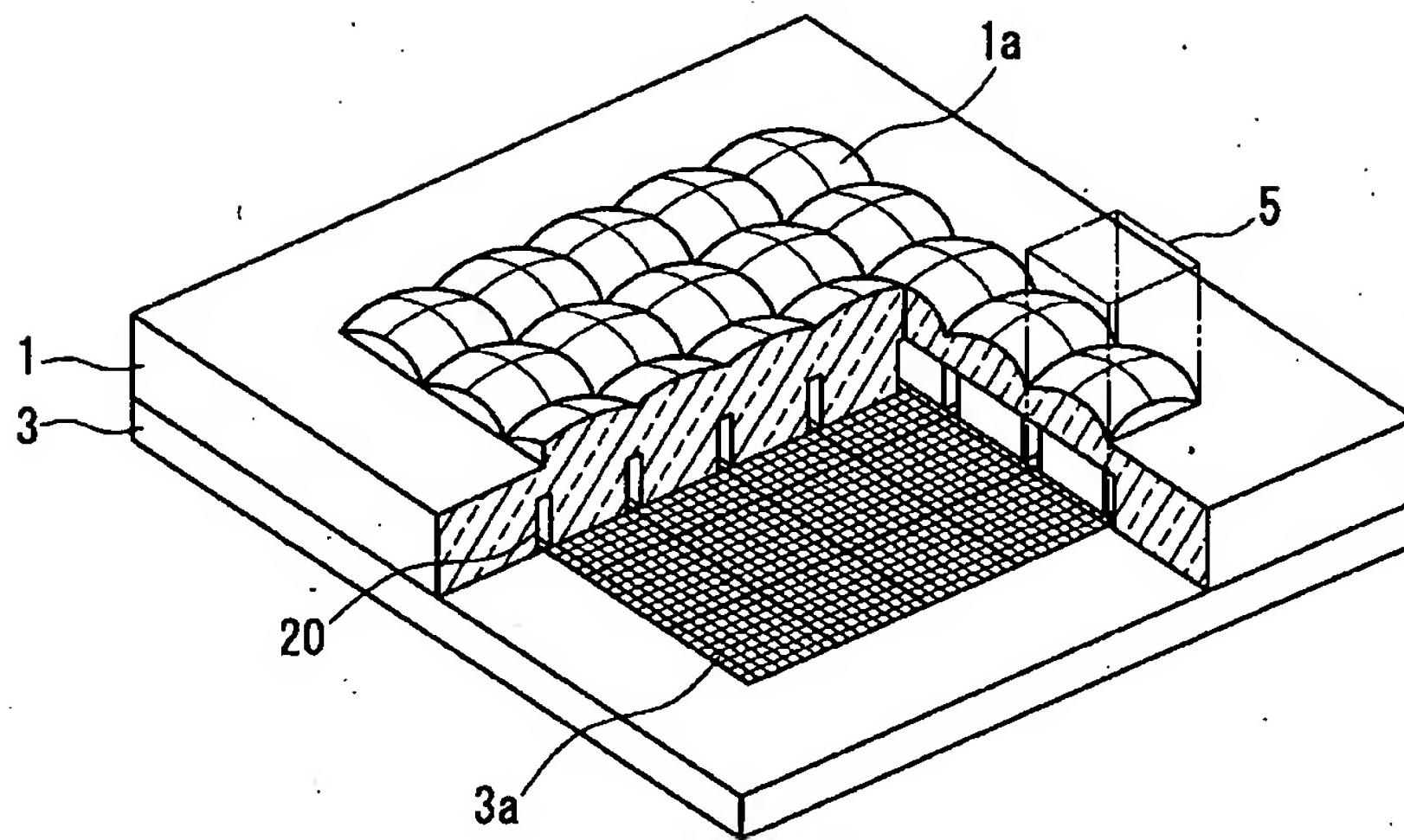
加工を施す工程を備える請求項11に記載の微小レンズアレイの製造方法。

[13] 一方の面に球面又は非球面を有する複数の微小レンズを備え、他方の面に格子状の溝を備え、前記他方の面が前記溝を除いて平面である微小レンズアレイを得る工程と、

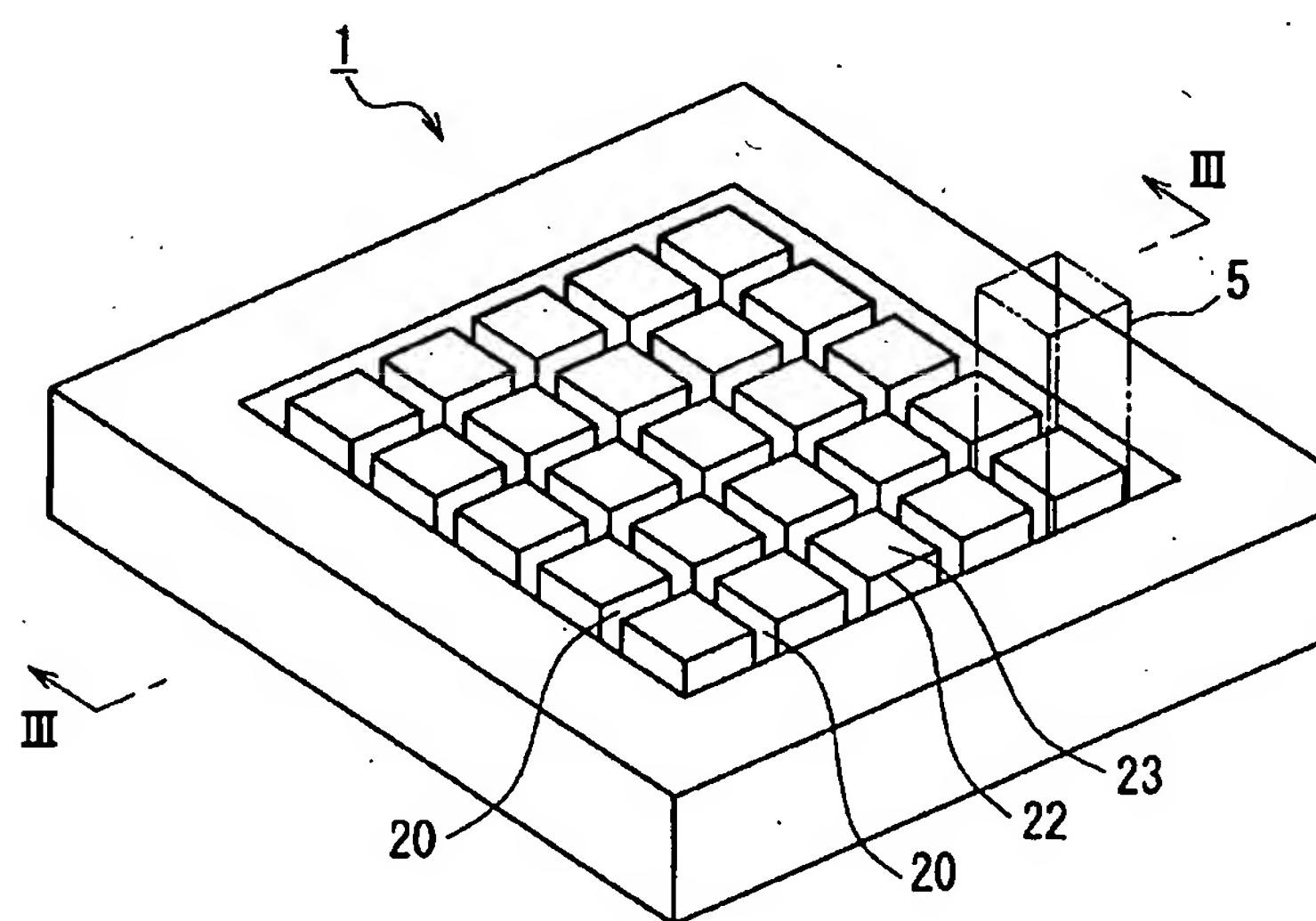
黒色塗料を溶媒に溶かした溶液を前記溝に注入して前記溝の側面に黒色加工を施す工程と

を備えることを特徴とする微小レンズアレイの製造方法。

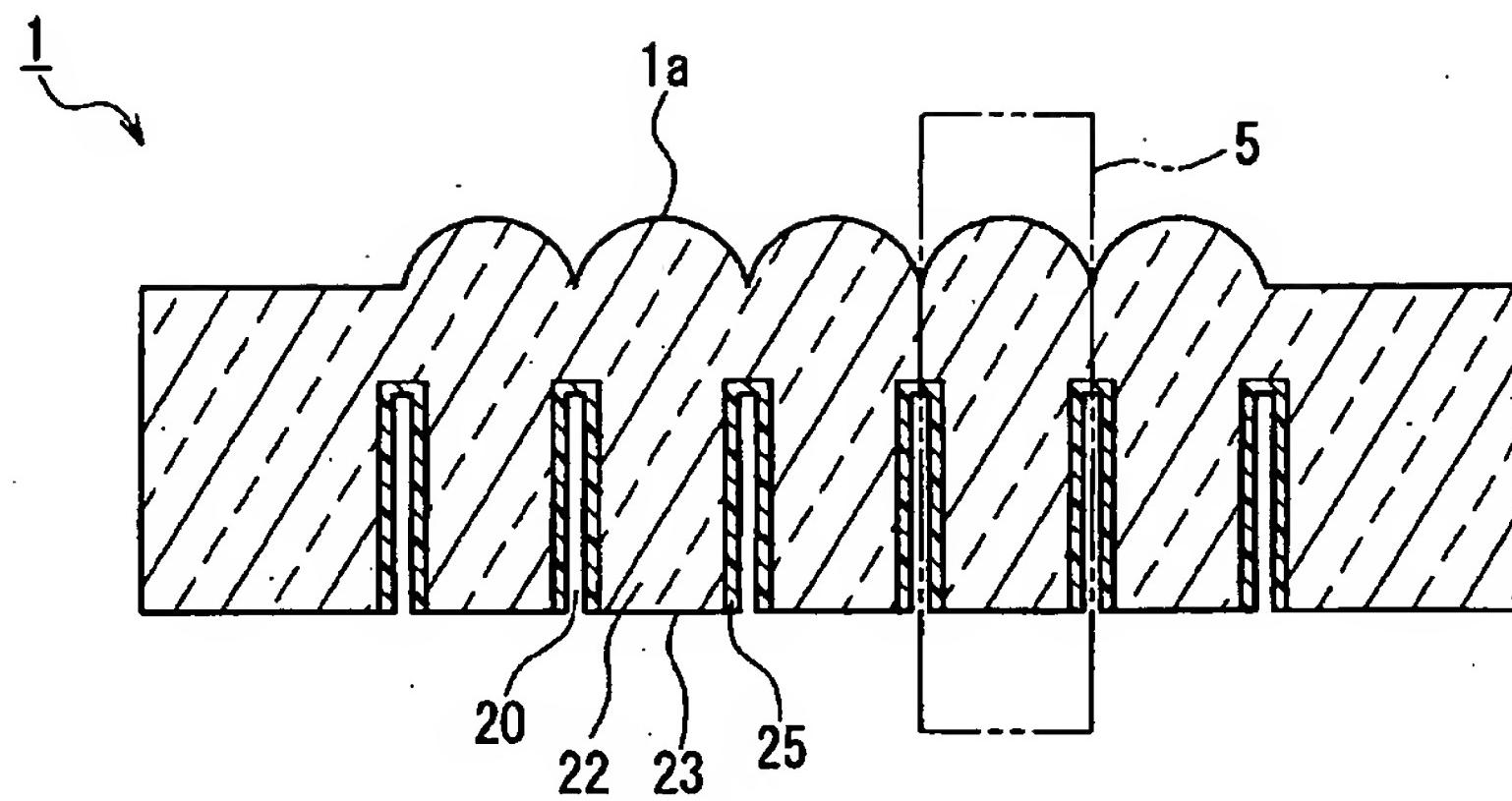
[図1]



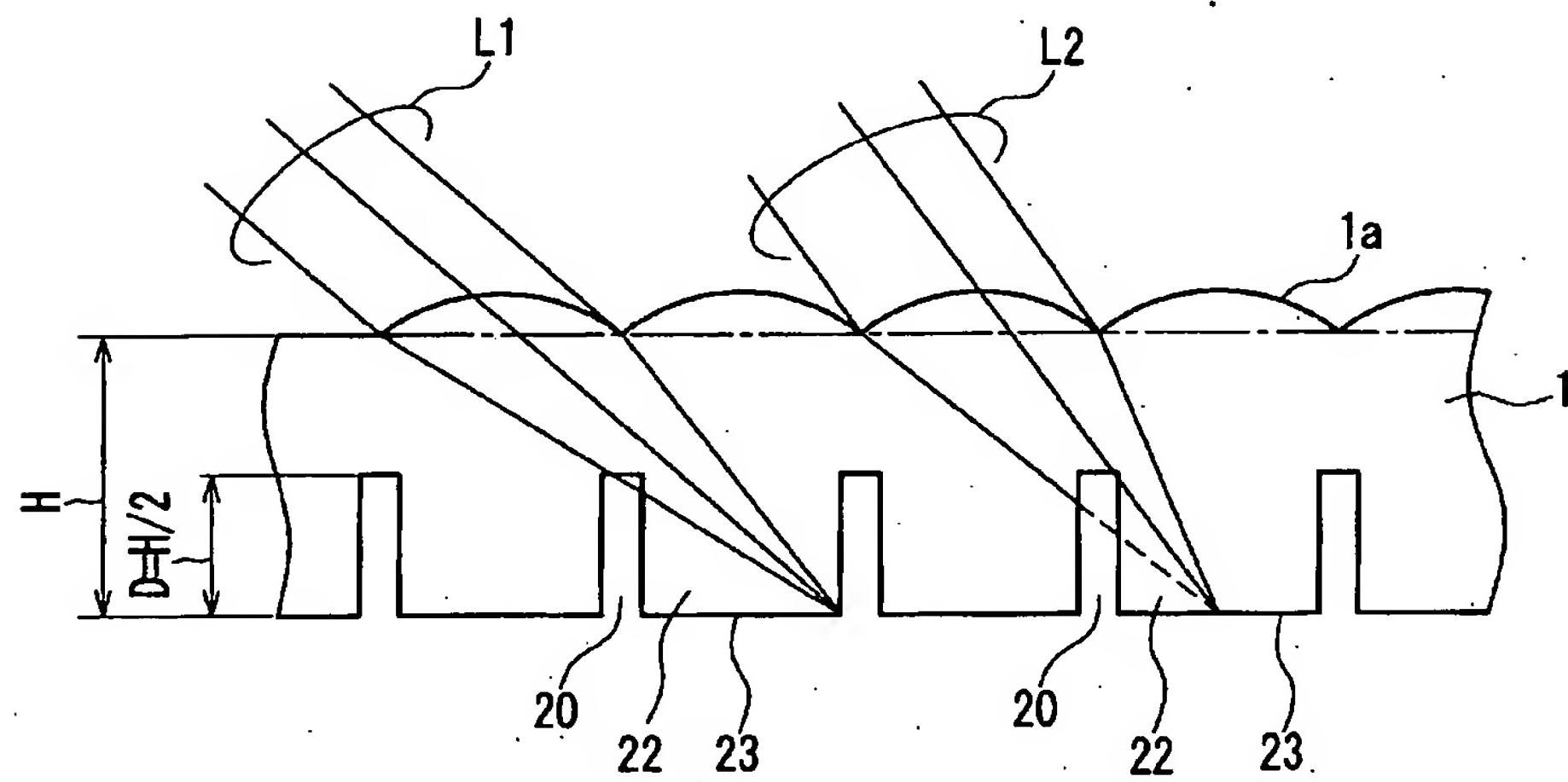
[図2]



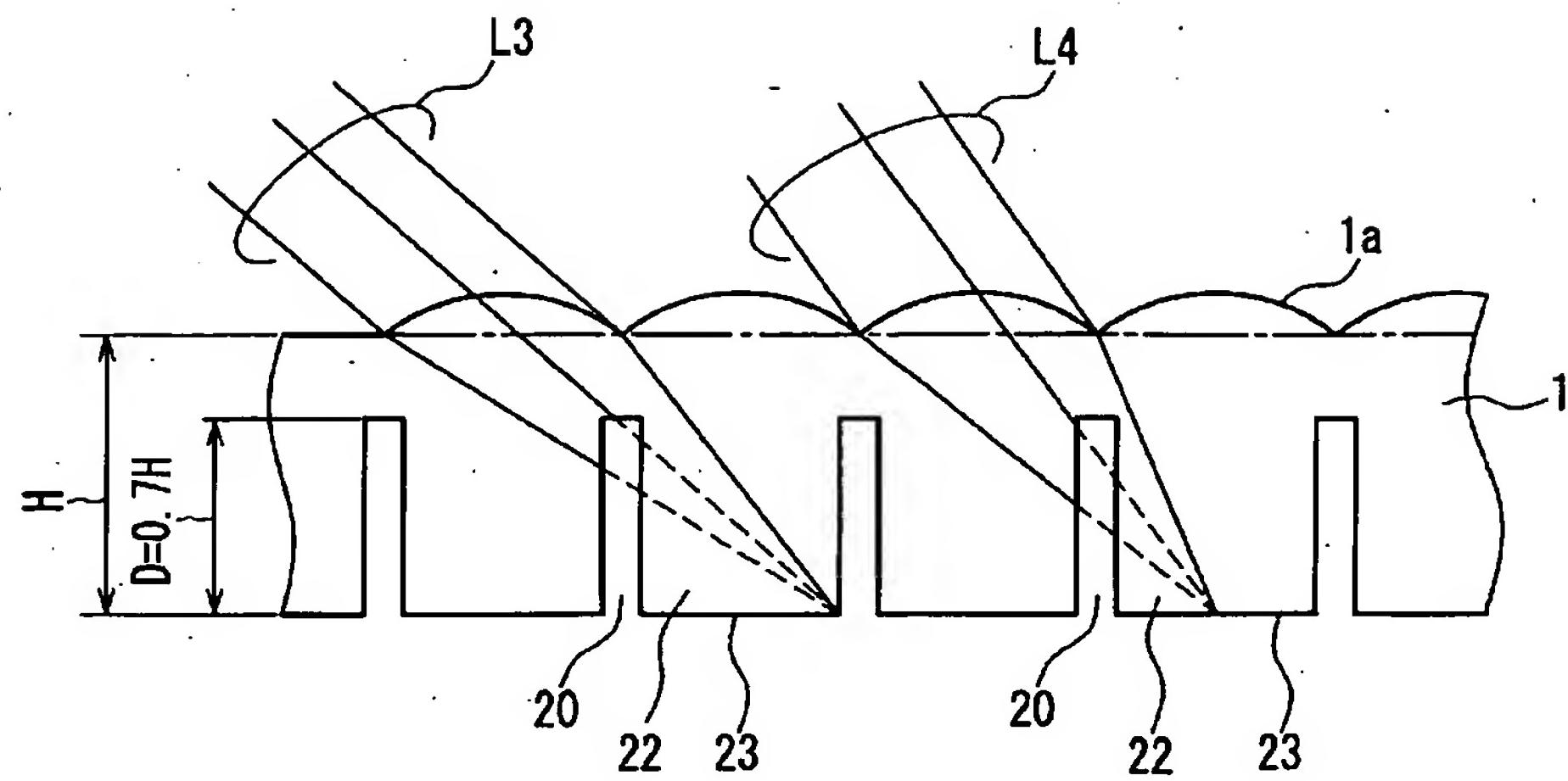
[図3]



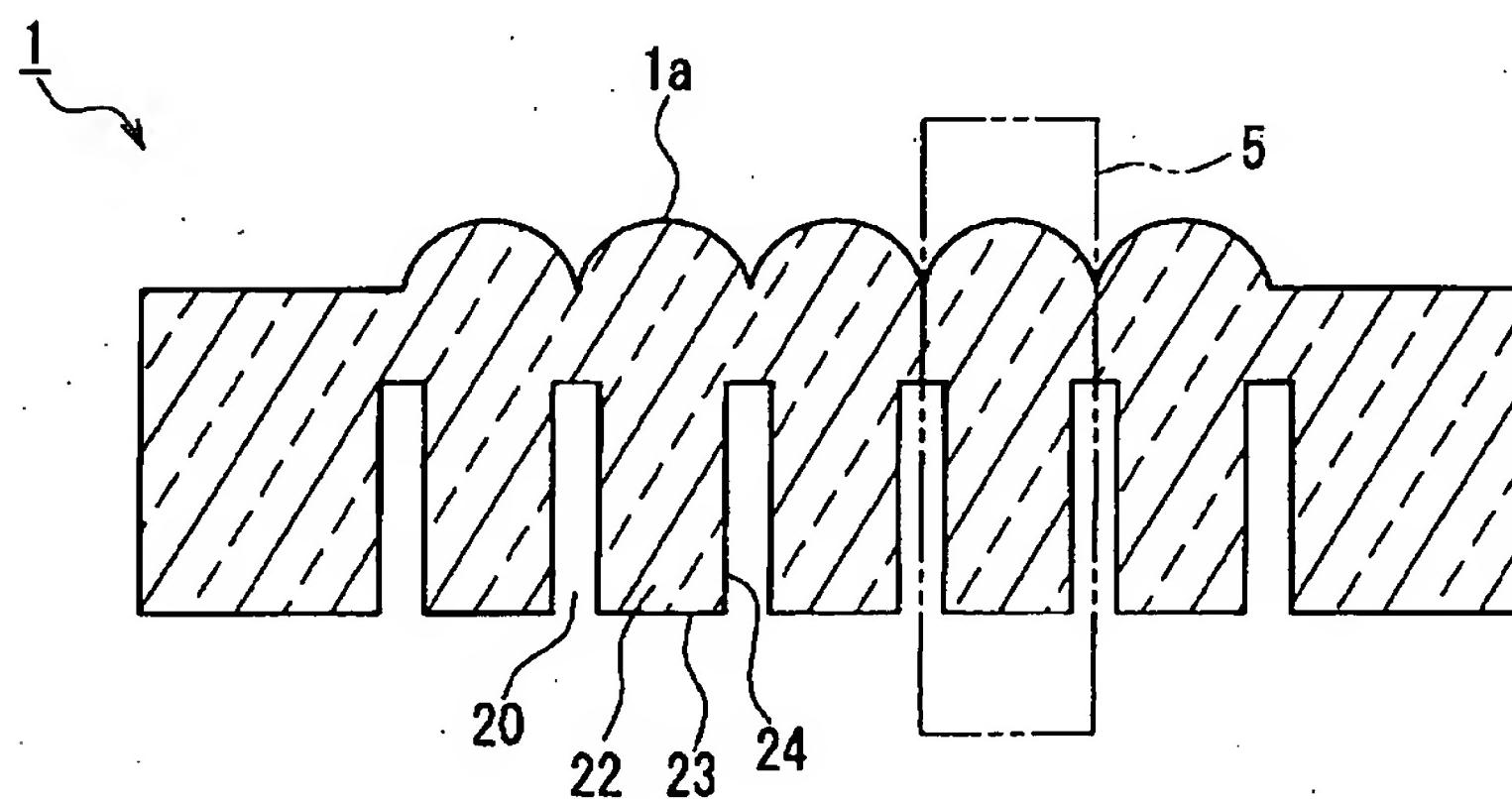
[図4]



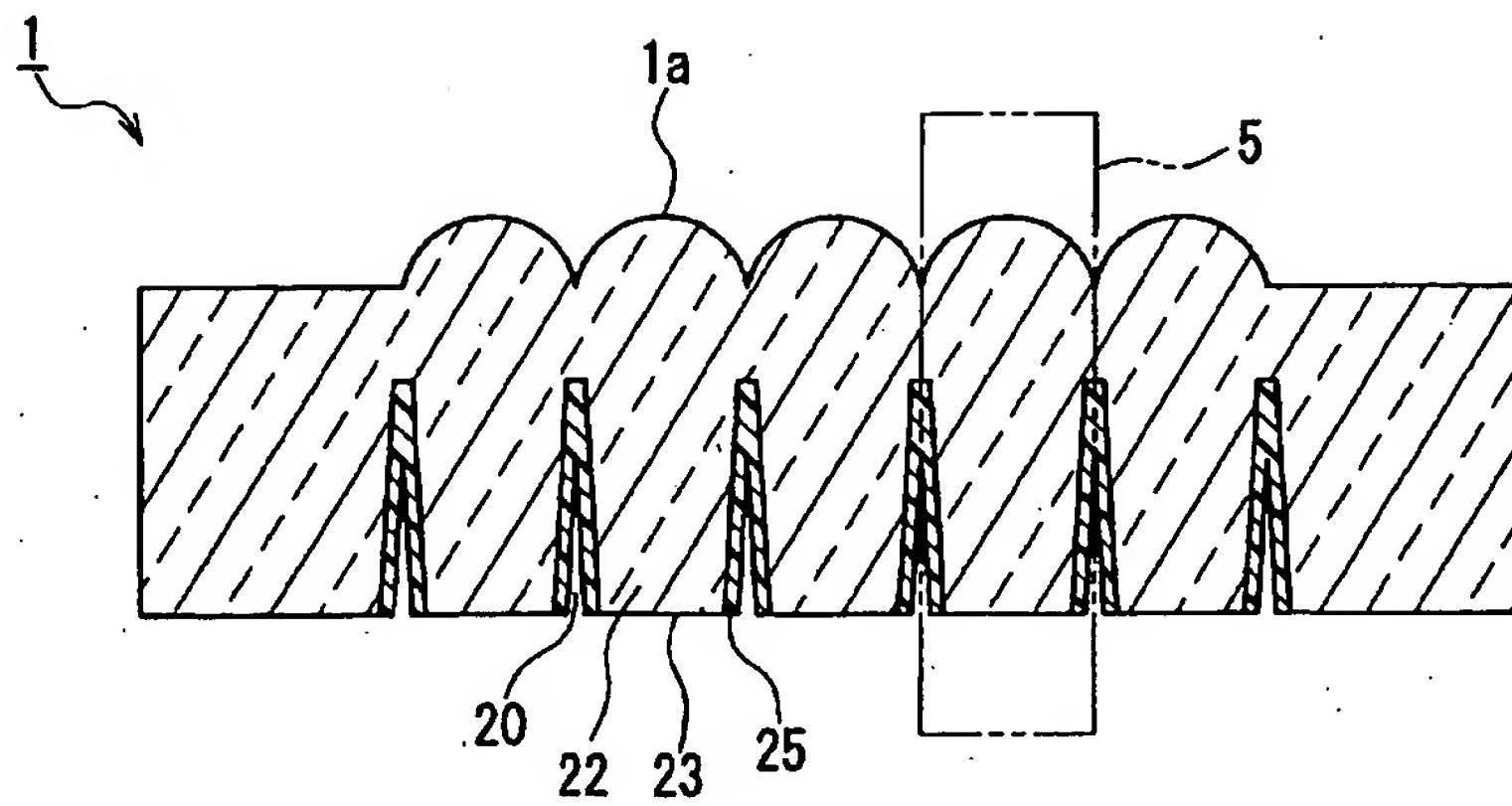
[図5]



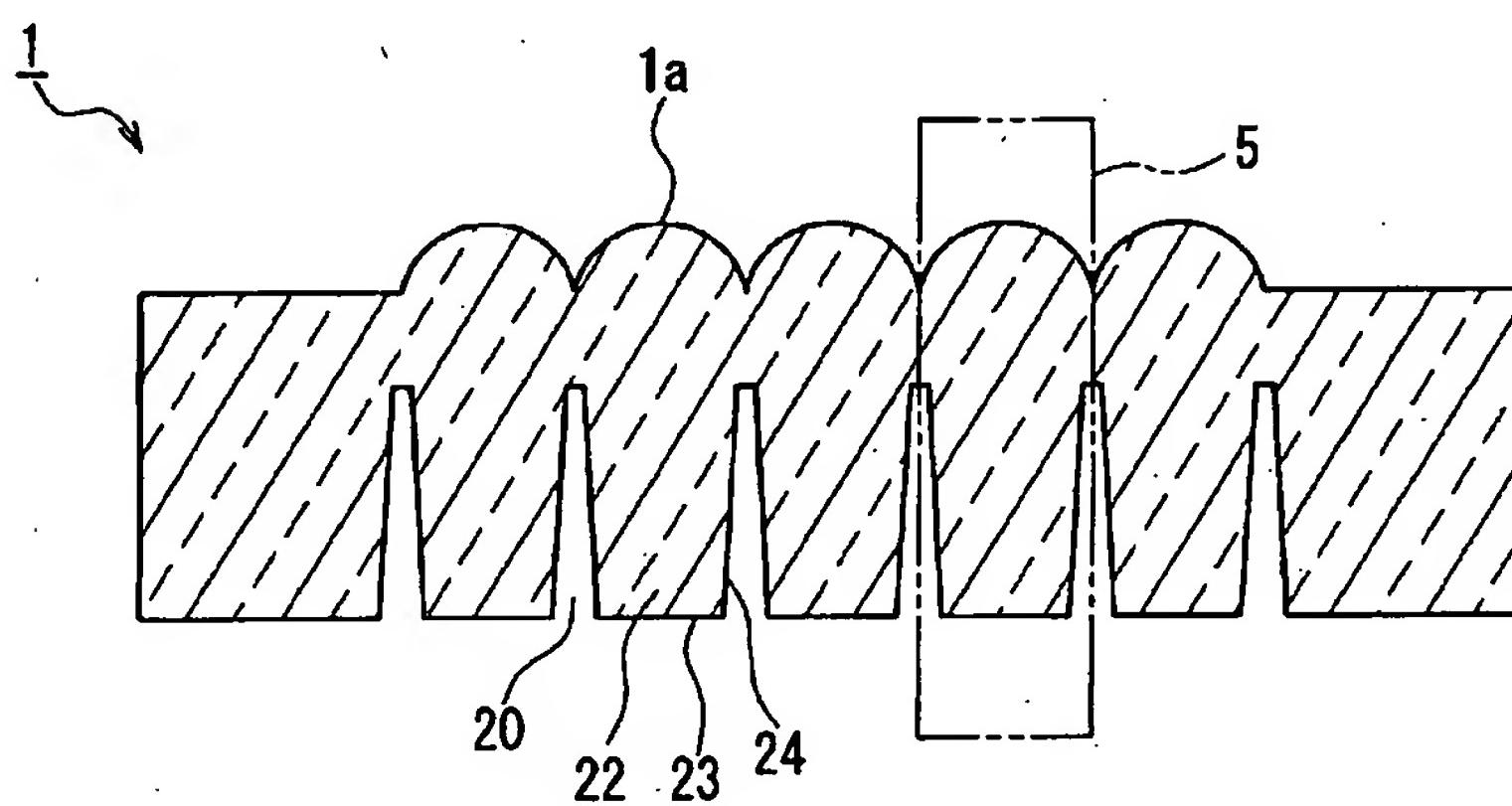
[図6]



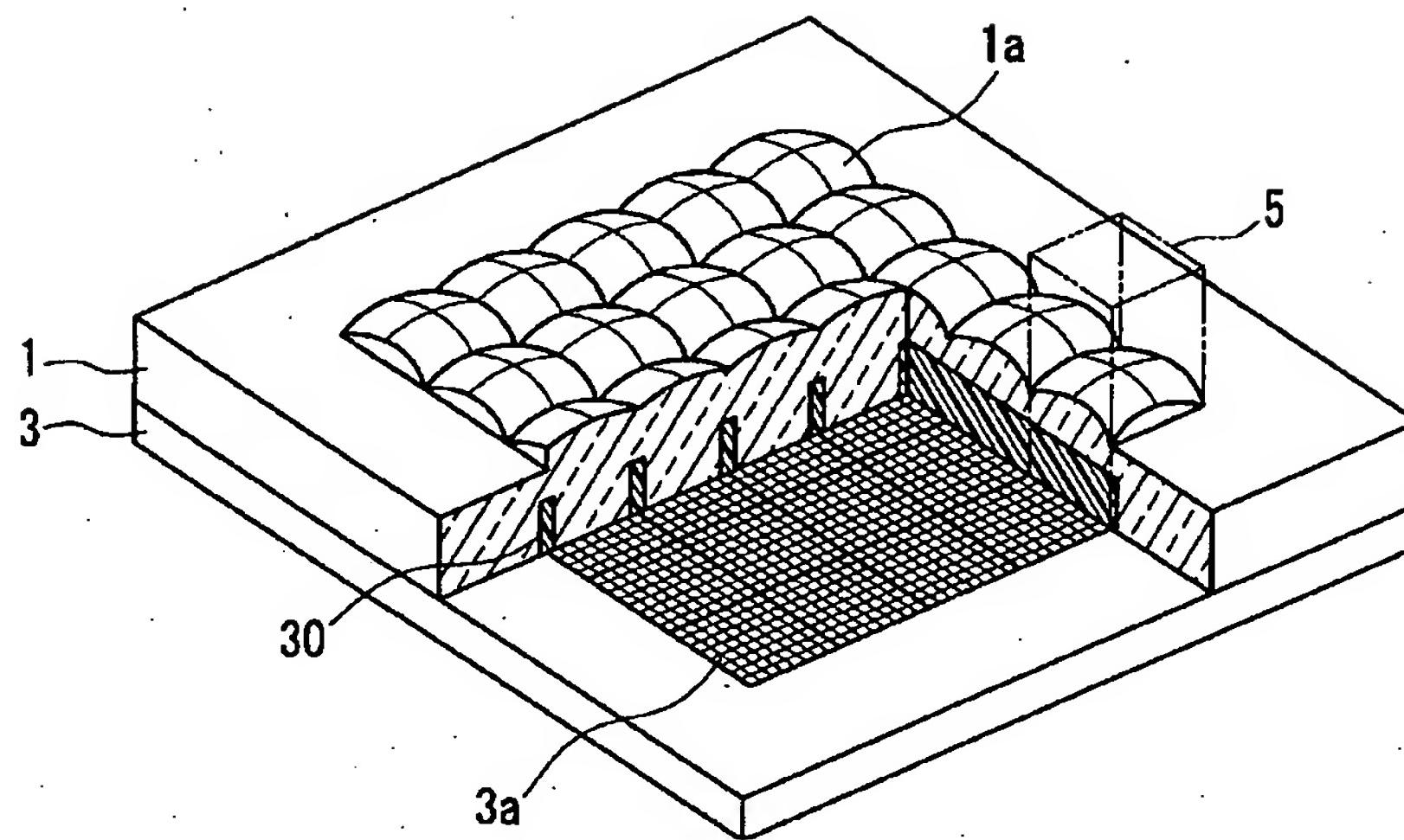
[図7]



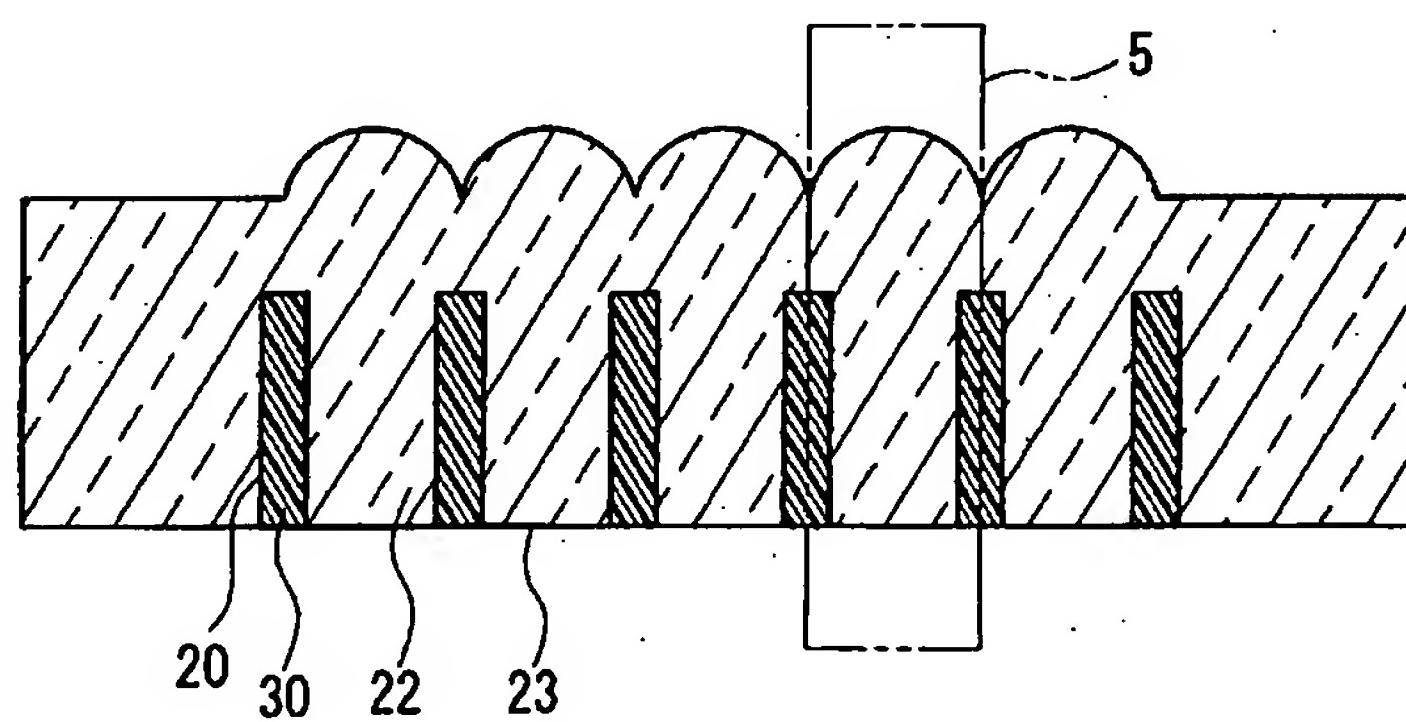
[図8]



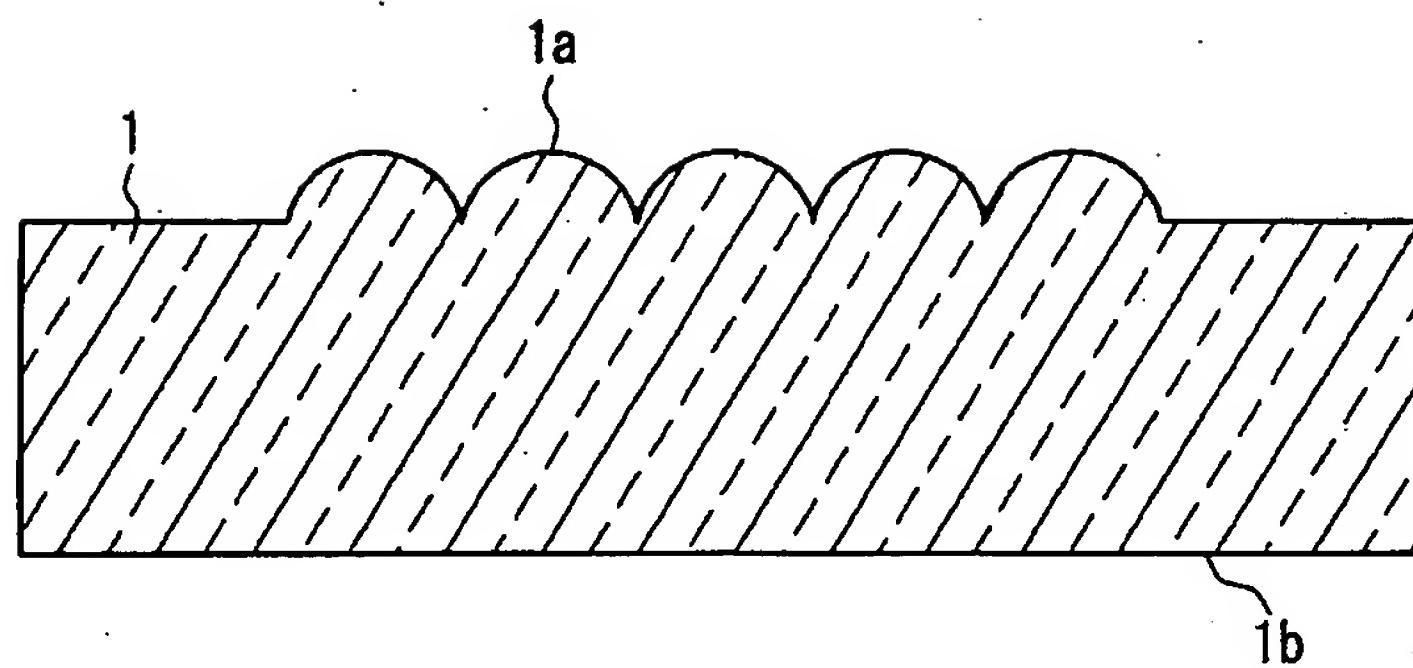
[図9]



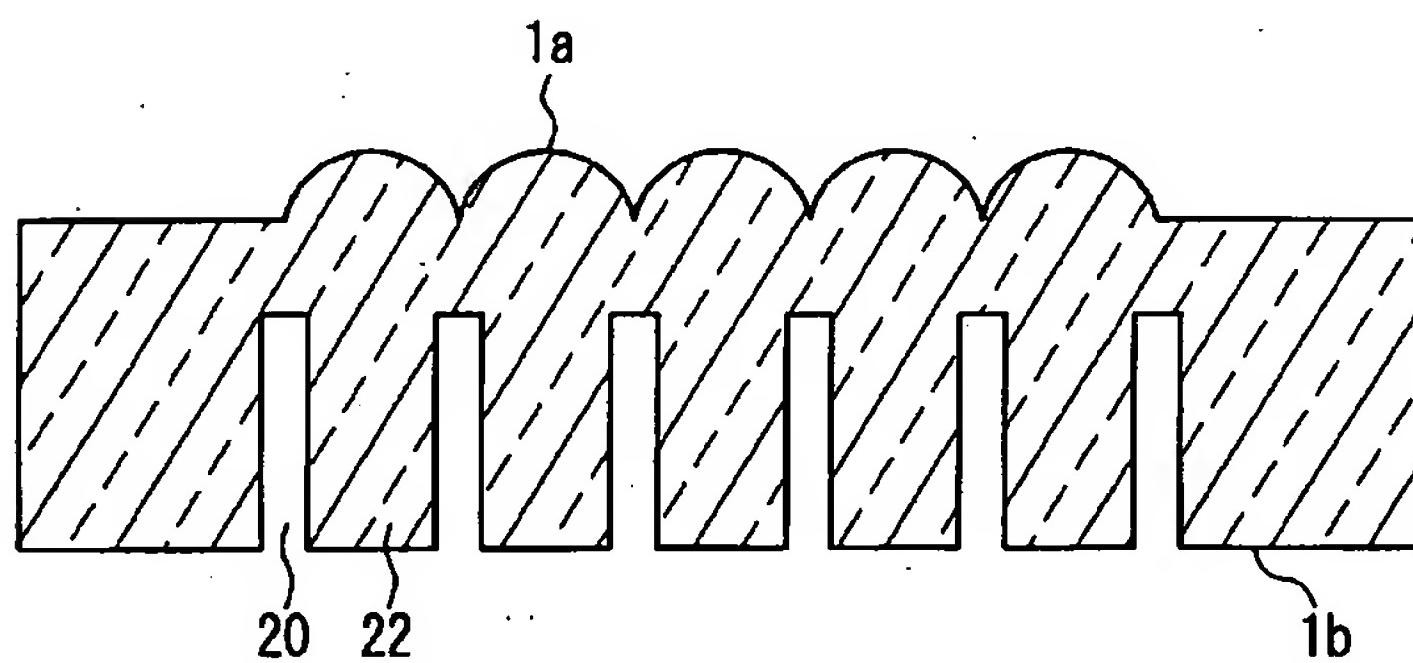
[図10]



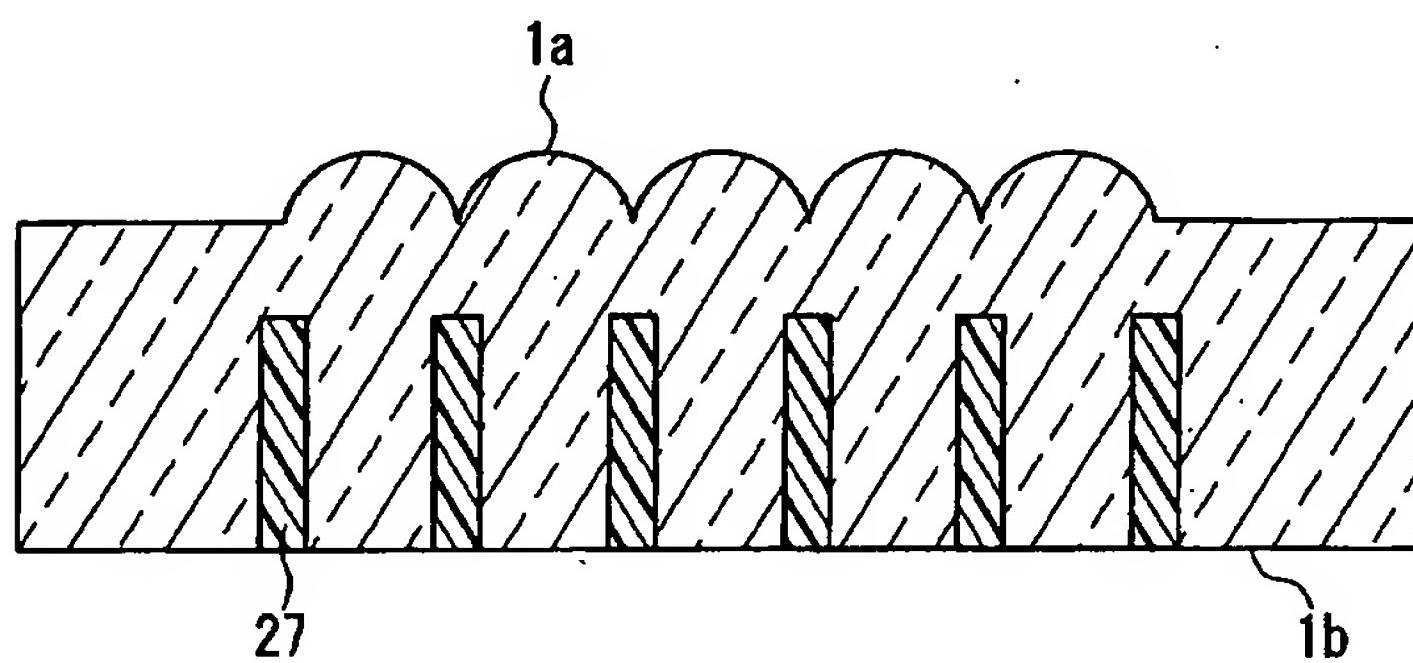
[図11A]



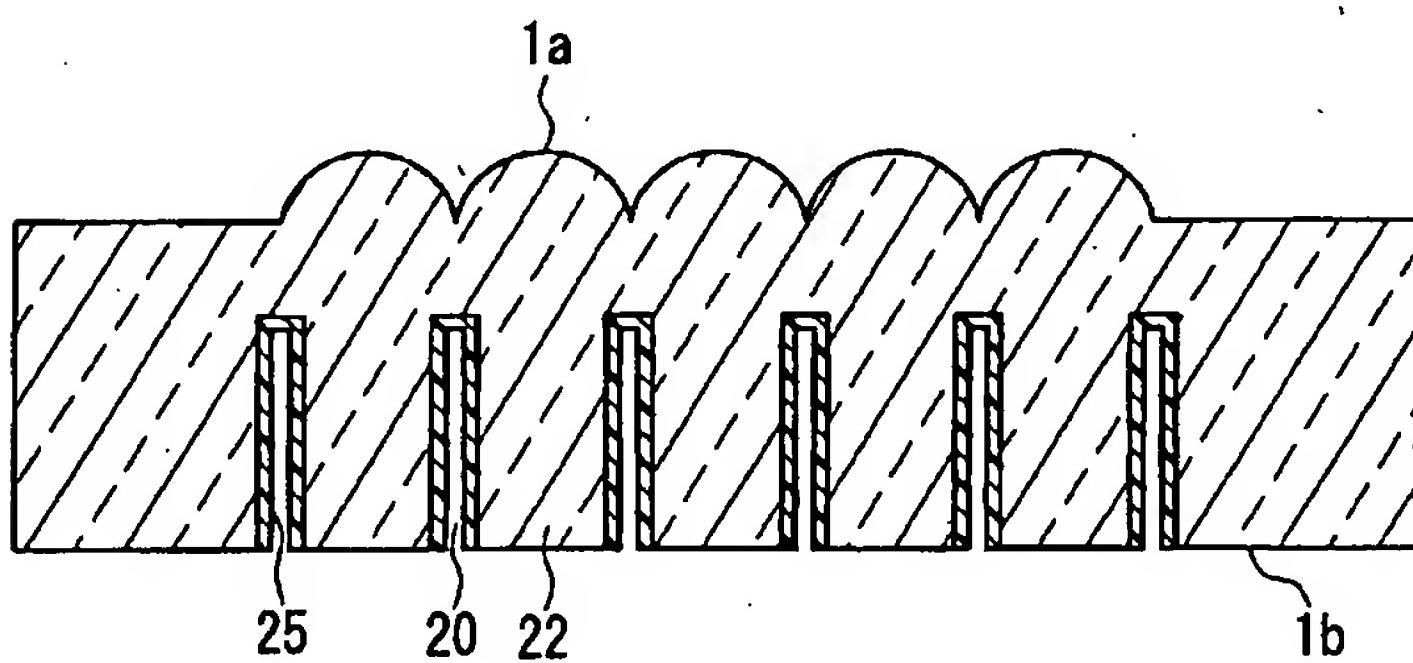
[図11B]



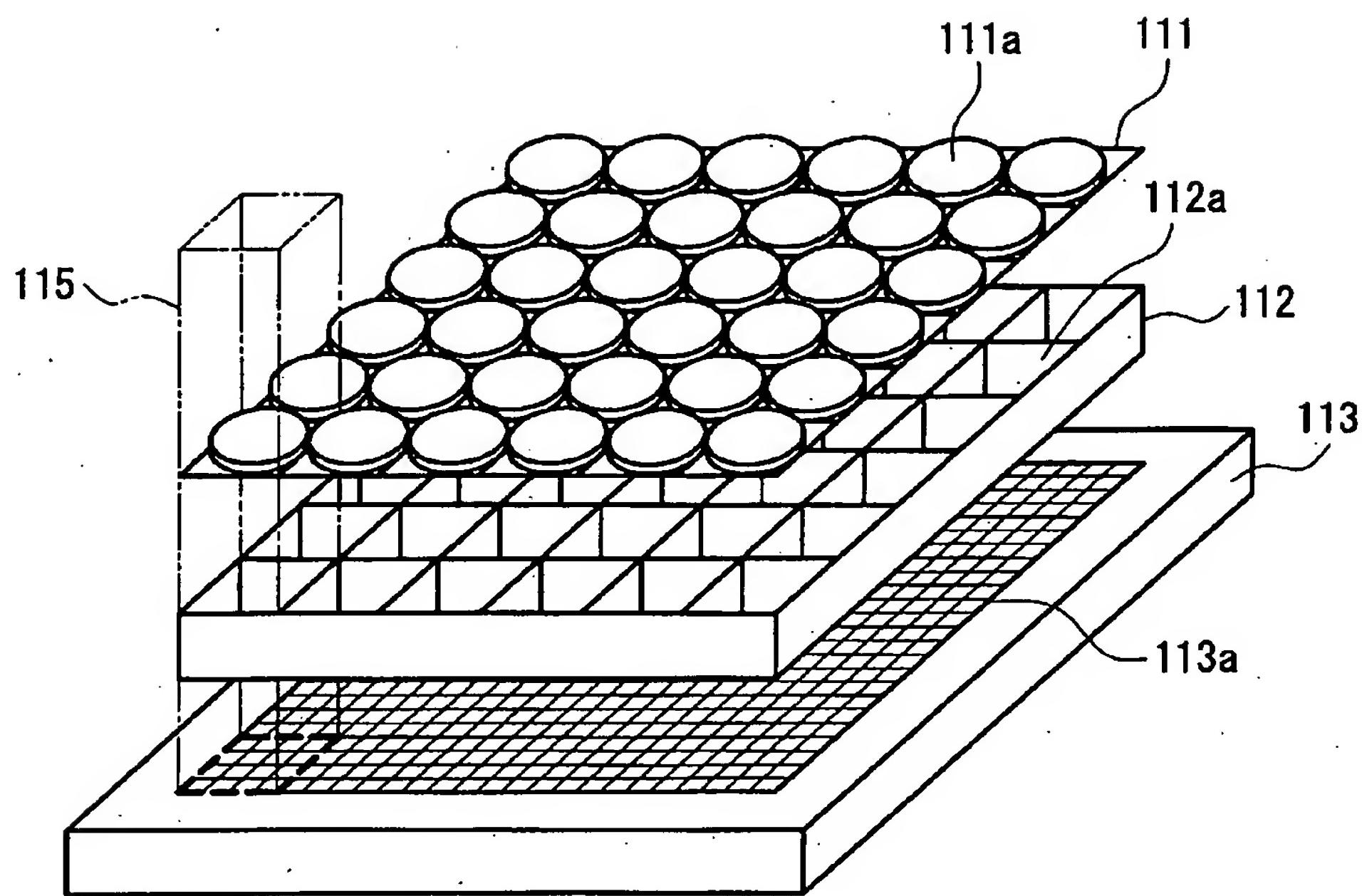
[図11C]



[図11D]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04N5/335, G02B3/00, H01L27/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04N5/335, G02B3/00, H01L27/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-22488 A (Eastman Kodak Co.), 23 January, 1998 (23.01.98), Par. Nos. [0029] to [0033]; Figs. 29 to 35 & US 6211916 B1 & EP 795913 A2	1-13
A	JP 9-307697 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 28 November, 1997 (28.11.97), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-13
A	JP 6-224398 A (Sharp Corp.), 12 August, 1994 (12.08.94), Par. No. [0033]; Fig. 4 (Family: none)	1-13

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"	document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
03 August, 2005 (03.08.05)Date of mailing of the international search report
23 August, 2005 (23.08.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-204053 A (Canon Inc.), 18 July, 2003 (18.07.03), Par. Nos. [0200] to [0244]; Figs. 40 to 47 & US 2004/0012698 A1 & EP 1239519 A2	1-13
A	JP 2003-78826 A (Sony Corp.), 14 March, 2003 (14.03.03), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-13
A	JP 2001-68657 A (NEC Kyushu Co., Ltd.), 16 March, 2001 (16.03.01), Full text; Fig. 4 (Family: none)	1-13
A	JP 2000-307090 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; Fig. 4 (Family: none)	1-13
A	JP 2002-280532 A (Sharp Corp.), 27 September, 2002 (27.09.02), Full text; Fig. 6 (Family: none)	1-13